

**MÁSTER INTERUNIVERSITARIO EN
MEJORA GENÉTICA ANIMAL Y BIOTECNOLOGÍA DE LA
REPRODUCCIÓN**

**Estimación de los pesos económicos en
producción de conejos de carne**

Tesis de Máster

Valencia, Julio 2013

Luis Cartuche Macas

Director:

Agustín Blasco

Co directora:

María Desamparados Pascual

ÍNDICE

ABSTRACT	5
RESUMEN	6
ÍNDICE TABLAS	8
ÍNDICE FIGURAS	9
1. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Estado actual de la cunicultura	10
1.2. Programas de mejora genética y sus objetivos	13
1.3. Función de beneficio.....	15
1.3.1. Definición de la función de beneficio	15
1.3.2. Perspectivas de la función de beneficio	17
1.4. Métodos de estimación de los pesos económicos	19
1.4.1. Métodos no objetivos	19
1.4.2. Métodos objetivos	20
1.5. Estimación de pesos económicos.....	23
1.5.1. Beneficio cero	23
1.5.2. Re-escalamiento.....	23
1.5.3. Método Neoclásico	24
1.6. Pesos económicos en cunicultura de carne	25
2. OBJETIVOS.....	28
2.1. Objetivo General.....	28
2.2. Objetivos específicos	28
3. ECONOMIC WEIGHTS IN RABBIT MEAT PRODUCTION.....	29
ABSTRACT.....	30
INTRODUCTION	31
MATERIALS AND METHODS.....	31

RESULTS AND DISCUSSION	35
REFERENCES	42
ANNEXES.....	46
4. CONCLUSIONES GENERALES	52
5. REFERENCIAS	52

Agradecimientos

Quiero agradecer a Dios por permitirme cumplir con el objetivo que me he planteado. A mi familia en especial a mis padres Mariana y Ángel por inculcarme la importancia de la formación continua. A mi compañera Rosa Inés por el apoyo incondicional. A mis hijos Ariel y Aída por ser mi inspiración. A mis hermanos: Pato, Diana, Sara y Aída por estar siempre preocupados por mi bienestar fuera de casa.

Quiero también agradecer a todo el equipo del área de mejora genética del departamento de Ciencia Animal, en especial para Agustín por su contribución en mi formación dentro del campo de la investigación científica. A Mariam Pascual y Ernesto Gómez del IVIA por su colaboración en el desarrollo de este trabajo. Mariam, muchas gracias por su inmensa paciencia y comprensión, no terminaré de agradecerle.

Un agradecimiento especial para Laura por su ayuda y consejos a pesar de la lejanía. A Marina mi compañera de despacho, por los buenos momentos pasados en especial, estos últimos meses. También quiero agradecer a mis amigos de peregrinaje, Alonso y Lourdes a quienes tuve la oportunidad de conocerlos en esas tierras tan lejanas, por las charlas mantenidas y esperando que algún día podamos colaborar al desarrollo de nuestro querido Saraguro.

Finalmente, quiero agradecer a la Secretaria Nacional de Educación Superior, Ciencia y Tecnología, SENESCYT por el financiamiento de mis estudios y estadía en España.

Gracias a todos.

“Agradece siempre la mano que te tienden para cruzar un charco, nunca se sabe lo profundo que puede llegar a ser”

Desconocido

ABSTRACT

A profit function was designed for an industrial commercial rabbitry with common management techniques. The incomes, costs and economic weights were estimated. The variable costs (feeding, artificial insemination, health, replacement) represented 62.1% of the total costs, and the fixed costs (labour, supplies, amortization and administration) represented 37.9% of the total costs. Major costs were feeding of fattening kits and labour cost, being 25.9% and 18.1% of the total cost, respectively. The more important economic weights were feed conversion rate (-20.19 €) and number of kits born alive (15.66 €), while fertility (1.72 €), weaning (1.71 €) and fattening survival (1.96 €), daily feed intake (-0.50 €) and daily gain during fattening (1.33 €) had lower importance. The replacement rate had the lowest economic weight (-0.29 €). The economic weights changed when varying the prices of kg of fattening feed and kg of live weight. However, these changes were not important except the economic weights of feed conversion rate and the number of kits born alive. When the minimum price of fattening kits was used, the economic weight of numbers of kits born alive and feed conversion rate were 17.1 € and -15.0 €, respectively. On the other hand, in the case of the maximum price of kg of live weight the economic weights of feed conversion rate and number of kits born alive were similar (-20.19 € and 20.15 €, respectively).

Key words: profit function, economic weights, selection index, rabbit production.

RESUMEN

Se diseñó una función de beneficio para una explotación comercial de conejos de carne, con las técnicas más comunes de manejo. Se estimaron los ingresos, costes y pesos económicos. Los costes variables (alimentación, inseminación artificial, sanitarios y reemplazo) representaron 62.1% de los costes totales, y los costes fijos (mano de obra, suministros, amortización y administración) representaron 37.9% del coste total. Los costes de alimentación los gazapos de engorde y mano de obra fueron los más representativos, siendo 25.9% y 18.1% del coste total, respectivamente. Los pesos económicos más importantes fueron para el índice de conversión (-20.19 €) y el número de gazapos nacidos vivos (15.66 €), mientras que la fertilidad (1.72 €), supervivencia en lactancia (1.71 €), supervivencia en engorde (1.96 €), consumo de alimento durante el engorde (-0.50 €) y ganancia diaria de peso durante el engorde (1.33 €) tuvieron menor importancia. La tasa de reemplazo tuvo el peso económico más bajo (-0.29 €). Los pesos económicos cambiaron cuando se variaron los precios del kg de alimento de engorde y el kg de peso vivo. Sin embargo, estos cambios no fueron importantes excepto sobre los pesos económicos de índice de conversión y número de gazapos nacidos vivos. Cuando el precio mínimo de alimento de engorde fue usado, los pesos económicos del número de gazapos nacidos vivos e índice de conversión fueron 17.1 € y -15.0 €, respectivamente. Sin embargo, con el precio máximo del kg de peso vivo los pesos económicos de índice de conversión y número de gazapos nacidos vivos fueron similares (-20.19 € y 20.15 €, respectivamente).

Palabras clave: función de beneficio, pesos económicos, índice de selección, producción de conejo.

RESUM

Una funció de benefici va ser dissenyada per a una explotació comercial de conills de carn, amb les tècniques més comunes de maneig. Els ingressos, costos i pesos econòmics van ser estimats. Els costos variables (alimentació, inseminació artificial, sanitaris i reemplaçament) van representar 62.1% dels costos totals, i els costos fixos (mà d'obra, subministraments, amortització i administració) van representar 37.9% del cost total. Els costos d'alimentació dels catxaps d'engreix i mà d'obra van ser els més representatius, sent 25.9% i 18.1% del cost total, respectivament. Els pesos econòmics més importants van ser l'índex de conversió (-20.19 €) i el nombre de catxaps nascuts vius (15.66 €), mentre que la fertilitat (1.72 €), supervivència al deslletament (1.71 €), supervivència a l'engreix (1.96 €), consum d'aliment durant l'engreix (-0.50 €) i ganància diària de pes durant l'engreix (1.33 €) van tenir baixa importància. La taxa de reemplaçament va tenir el pes econòmic més baix (-0.29). Els pesos econòmics van canviar quan es van variar els preus del kg d'aliment d'engreix i el kg de pes viu. No obstant això, aquests canvis no van ser importants excepte els pesos econòmics d'índex de conversió i nombre de catxaps nascuts vius. Quan el preu mínim d'aliment d'engreix va ser usat, els pesos econòmics del nombre de catxaps nascuts vius i índex de conversió van ser 17.1 € i -15.0 €, respectivament. D'una altra manera, en el cas del màxim preu del kg de pes viu els pesos econòmics d'índex de conversió i nombre de catxaps nascuts vius van ser similars (-20.19 € i 20.15 €, respectivament).

Paraules clau: funció de benefici, pesos econòmics, índex de selecció, producció de conill.

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1.1 Producción mundial de carne de conejo para el año 2011.	10
Tabla 1.2 Características probables de sistemas agrícolas futuros y estrategias potenciales de mejora genética.....	15
Tabla 1.3 Funciones de beneficio dependiendo de la perspectiva tomada con su base de evaluación.	18
Tabla 1.4 Pesos económicos expresados para una cantidad de un carácter.	26
Tabla 1.5 Desviación estándar (ds), heredabilidad (h^2) y peso económico expresado por desviación típica en la industria comercial Australiana para caracteres funcionales de conejos de carne.	26

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1.1 Evolución de la producción anual de carne de conejo en la Unión Europea en miles de toneladas.	11
Figura 1.2 Evolución del número de cabezas sacrificadas y peso de la canal en España en el período 1986-2011.....	12
Figura 1.3 Evolución del precio mensual promedio del kg de peso vivo de gazapo de engorde en el período 2009-2012 en euros constates. Base 100:2012.....	12
Figura 1.4 Evolución del precio mensual del pienso de conejo de engorde en 2009-2012 en euros constantes. Base 100: 2012.....	13
Figura 1.5 Estructura jerárquica del sistema de producción animal.....	14
Figura 1.6 Diagrama de clasificación de los pesos económicos.....	19
Figura 1.7 Cambios genéticos producidos en las funciones de coste marginal (MC) y coste medio (AC).	25

1. INTRODUCCIÓN

Para llevar adelante un programa de mejoramiento genético en primer lugar deben definirse los objetivos de selección; luego, en base a ellos, se eligen los caracteres a seleccionar (productivos y/o funcionales) y, por último, se realiza la evaluación de los reproductores. En un programa de mejoramiento genético para especies ganaderas la determinación de los objetivos de selección está ligada a varios factores como el tipo de sistema productivo, los mercados, las políticas públicas, la cultura local, las demandas de los consumidores y las características genéticas de las poblaciones a seleccionar. Por lo tanto, esta tarea se convierte en un proceso complejo, que no es exclusivamente genético.

1.1. Estado actual de la cunicultura

La producción mundial de carne de conejo fue estimada en 2011 en alrededor de 1.71 millones de toneladas (FAOSTAT, 2013). En la tabla 1.1 puede observarse la distribución geográfica de la producción, localizada principalmente en Europa (Italia, España, Francia, Republica Checa), Asia (China y República Popular Democrática de Corea) y África (Egipto). La producción de carne de conejo de Venezuela debe ser errónea, ya que el censo agrícola nacional de Venezuela estimó una población de 74347 conejos entre 2007 y 2008.

Tabla 1.1 Producción mundial de carne de conejo para el año 2011.

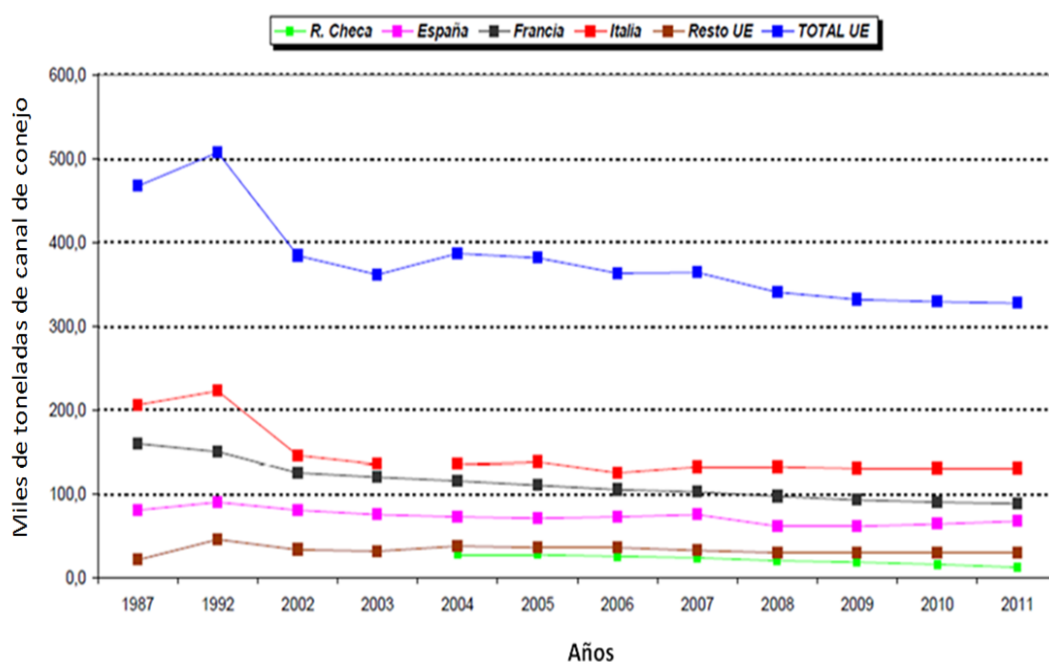
País	t x 1000 canal	%
China ²	685	40.0
Venezuela ²	270	15.8
Italia ²	255	14.9
República Popular Democrática de Corea ³	135	7.9
España ²	67	3.9
Egipto ¹	53	3.1
Francia ¹	48	2.8
República Checa ²	38	2.2
Alemania ²	37	2.2
Federación de Rusia ¹	15	0.9
Otros	107	6.3
Total	1713	100

¹Datos oficiales del país.

²Estimación FAO. ³Datos calculados FAO.

Fuente: FAOSTAT, 2013

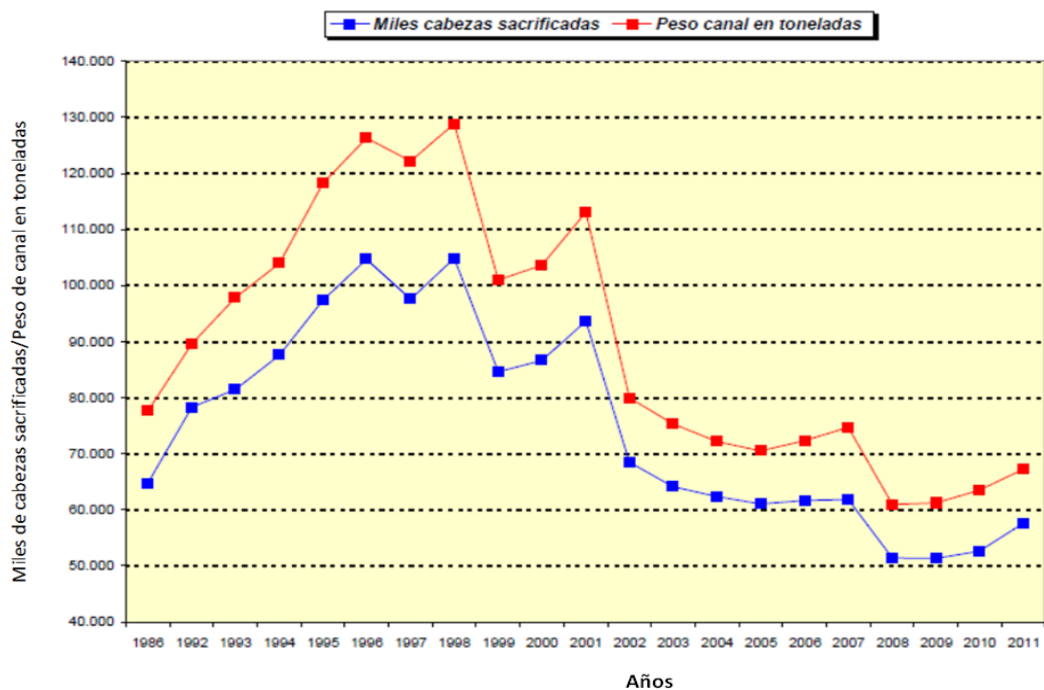
La evolución de la producción de carne de conejo en miles de toneladas en la Unión Europea se observa en la figura 1.1, siendo los principales productores Italia, España y Francia. En la figura 1.2 puede observarse que España en los últimos 10 años ha sufrido una drástica caída en el número de conejos sacrificados. A pesar de esta caída en 2011 se estimó que 57.59 millones de cabezas fueron sacrificadas, cifra que supone un incremento del 9.5% respecto a la del año 2010 y en el caso de la producción de canal fue de 67 249 toneladas de canales, superior en un 5.9% a la de 2010.



Fuente: MAGRAMA, 2012

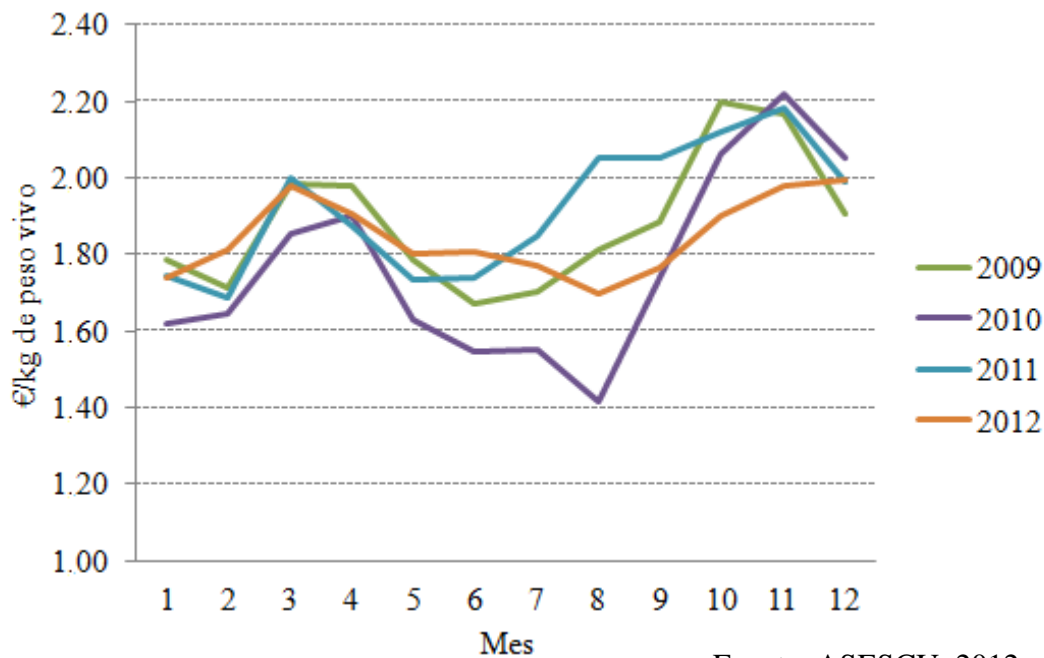
Figura 1.1 Evolución de la producción anual de carne de conejo en la Unión Europea en miles de toneladas.

Los factores causantes de esta caída en las canales sacrificadas en los últimos años pudieron producirse probablemente por precios constantes del kg de peso vivo y por incrementos en el precio del pienso, como puede observarse en las figuras 1.3 y 1.4, generando una reducción en el margen de beneficio recibido por los productores y, como consecuencia, el cierre de granjas de menor tamaño y menos tecnificadas, además de una disminución del consumo per cápita de carne, que pasó de 1.8 a 1.4 kg/habitante/año entre el 2002 y 2011 (MAGRAMA, 2012).



Fuente: MAGRAMA, 2012

Figura 1.2 Evolución del número de cabezas sacrificadas y peso de la canal en España en el período 1986-2011



Fuente: ADESCU, 2012

Figura 1.3 Evolución mensual del precio promedio del kg de peso vivo de gazapo de engorde en el período 2009-2012 en euros constates. Base 100:2012.

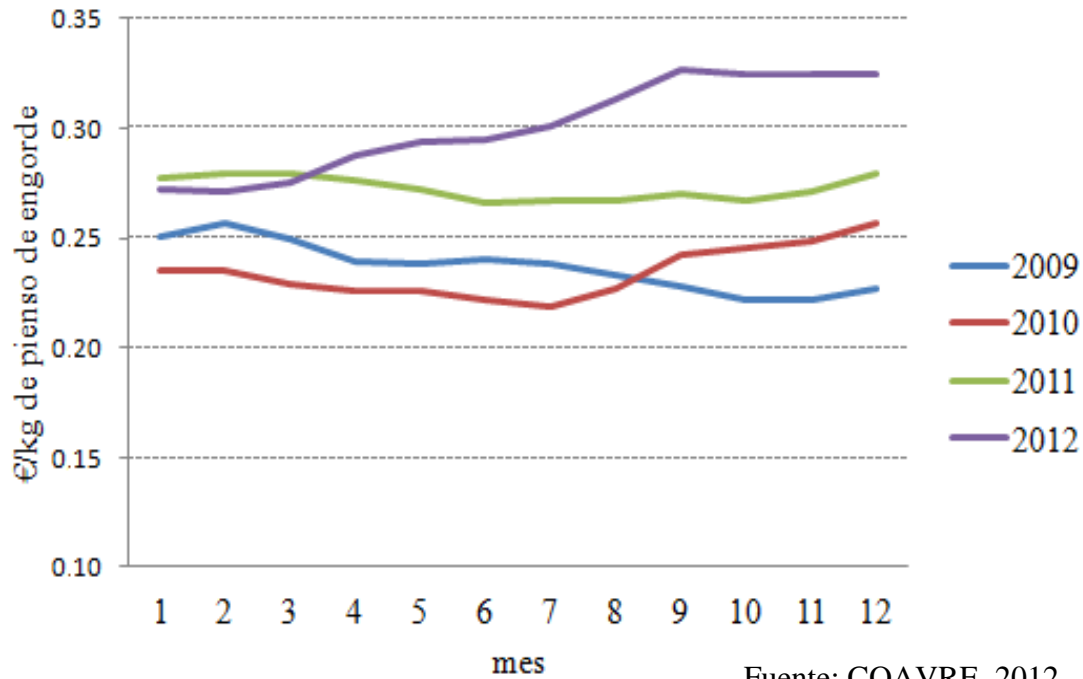


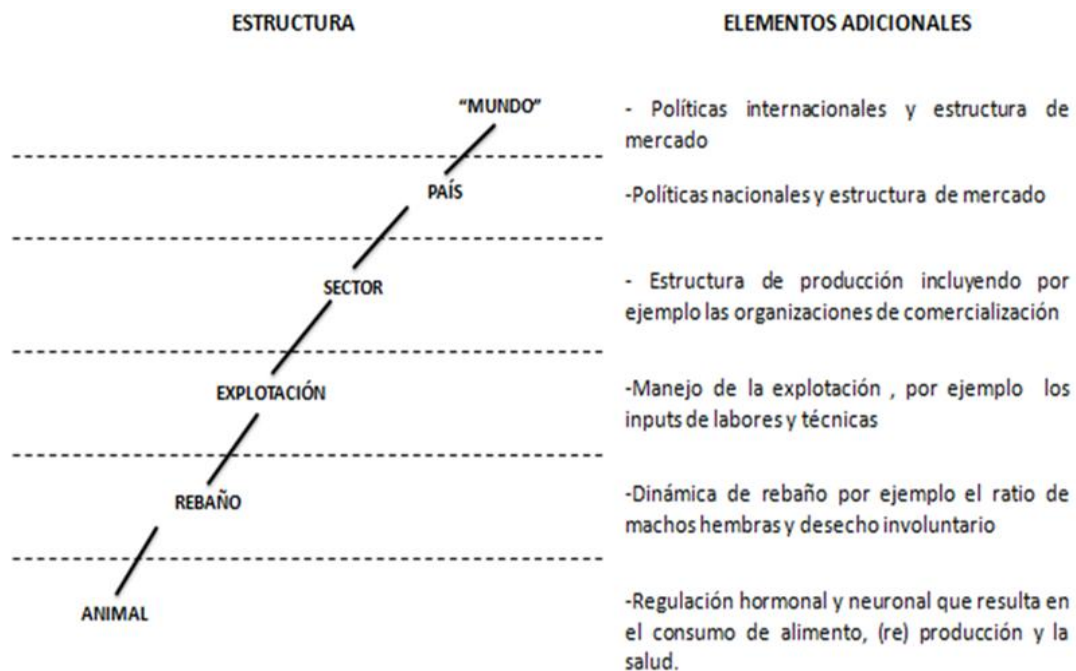
Figura 1.4 Evolución mensual del precio del pienso de conejo de engorde en 2009-2012 en euros constantes. Base 100: 2012.

1.2. Programas de mejora genética y sus objetivos

El objetivo de un programa de mejora genética es incrementar los beneficios económicos del sistema productivo por medio de la utilización de animales genéticamente superiores en caracteres económicamente importantes (Toro y López-Fanjul, 2007). Una definición correcta de este objetivo evita ineficiencias en la selección de reproductores, razas, líneas o cruces a utilizar o en la evaluación de la inversión.

Los objetivos de mejora se pueden aplicar a diferentes niveles de un sistema de producción, como muestra la figura 1.5 donde aparecen niveles que van desde el animal pasando por la explotación hasta llegar a situaciones del entorno mundial. Por ejemplo en el entorno mundial el establecimiento de políticas de cuotas de leche en Europa afecta a los objetivos de producción.

Los niveles más utilizados para definir los objetivos son el nivel animal, rebaño y explotación. El tamaño del sistema es una de las principales características a definir. Puede determinarse en base a un número fijo de animales, output fijo o input fijo; es decir, se debe considerar la disponibilidad de los inputs; por ejemplo, la disponibilidad de materias primas para la alimentación animal, que no es suficiente en algunos países, o las restricciones en los outputs, como por ejemplo las cuotas de leche en Europa.



Adaptado de Groen, 1989

Figura 1.5 Estructura jerárquica del sistema de producción animal.

También deben considerarse otras características como raza o cruzamiento utilizados, tipos de manejo, políticas de reposición, oferta y demanda de los productos y edad al sacrificio (Groen, 1989; Ponzoni y Newman, 1989; Newman *et al.*, 1992).

Tanto la opinión pública como la del consumidor son factores que deben ser tenidos en cuenta, ya que pueden someter al sistema de producción a cierto nivel de presión social, con el objetivo de lograr cambios en la forma de producir, relacionados por ejemplo, con el bienestar animal o la producción ecológica, y los mismos pueden posiblemente afectar los programas de mejora (Gibson y Wilton, 1998). La tabla 1.2 muestra algunas de las características probables de sistemas agrícolas futuros y estrategias potenciales de mejora genética sugeridas por Olesen *et al.* (2000).

Tabla 1.2 Características probables de sistemas agrícolas futuros y estrategias potenciales de mejora genética.

Características	Estrategia de mejora genética
Incremento de los requerimientos de alimentos para la alimentación humana	Incrementar la producción y productividad; alta eficiencia por unidad de producto; incremento del uso de alimentos no consumidos por los humanos; mejora de la calidad del producto.
Altos costes de energía y nutrientes; uso de tierras marginales	Mejora de la utilización de alimentos locales por parte de las razas o líneas genéticas.
Diversificación de los sistemas	Reducir la sensibilidad ambiental de los animales.
Bienestar animal	Mejora de la tolerancia al estrés metabólico. Mejorar la salud, fertilidad y longevidad en especies poco prolíficas.
Diversidad genética	Evaluación económica de las razas locales para determinar su utilidad dentro de sistemas de producción.

Adaptado de Olesen *et al.* (2000)

En el trabajo que se presenta se consideró un sistema de producción de conejos de carne que responde a las características típicas de una explotación en España.

1.3. Función de beneficio

1.3.1. Definición de la función de beneficio

Una metodología frecuentemente utilizada para realizar la evaluación genética es el índice de selección para varios caracteres, puesto que maximiza el beneficio que se espera en la descendencia. Para implementar esta metodología es necesario determinar la importancia económica de los caracteres productivos. La función de beneficio permite establecer la importancia económica de los caracteres. Esta función de beneficio está compuesta por un conjunto de caracteres x , precios v , costes variables c y costes fijos k :

$$B = f(x_1, x_2, \dots, x_n; v_1, v_2, \dots, v_m; c_1, c_2, \dots, c_p; k_1, k_2, \dots, k_q)$$

En esta función se puede asumir que el beneficio es una función solamente de caracteres con precios y costes constantes, debido a que la mejora genética actúa sobre los caracteres. Entonces el beneficio será:

$$B = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

Los pesos económicos son estimados como una función lineal de la función de beneficio. Esta consideración puede ser correcta a corto plazo, pero a mediano o largo plazo puede ser que no sea así, debido a una saturación del mercado o a la poca seguridad en prever la relación producto-beneficio en el futuro. Para solucionar este inconveniente se ha propuesto que se deben recalcular de forma constante los pesos económicos (Blasco, 1995; Goddard, 1998). Para conocer posibles efectos de los precios sobre los pesos económicos se realizan análisis de sensibilidad.

Otras formas de plantear la función de beneficio son las funciones de producción de Cobb y Douglas; por ejemplo, Amer *et al.* (1994) mostraron la siguiente función de producción:

$$y = awB^\alpha C^\beta$$

donde, y es la cantidad de producto producido, a es una constante, w es el peso de la canal de los individuos comercializados, B y C son inputs y α y β son las elasticidades parciales de la producción. A partir de esta función de producción se obtiene la función de beneficio siguiente:

$$B = yv - Bp_b - Cp_c$$

donde v es el precio por unidad de output, p_b y p_c son los precios por unidad de inputs B y C respectivamente. A partir de esta función se obtienen los pesos económicos.

El inconveniente que presentan las funciones de producción de Cobb y Douglas es la necesidad de conocer las elasticidades parciales. Estas pueden ser obtenidas mediante un estudio de mercado, que solamente lo pueden hacer empresas o industrias grandes (ganado lechero, por ejemplo) por la inversión económica y de tiempo que implican.

Existen otras funciones como la presentada por De Vries (1989) para empresas de mejora genética o Bright (1991) con modelos económicos que tienen el mismo inconveniente.

1.3.2. Perspectivas de la función de beneficio

Hacia quién se dirige el beneficio ha sido un tema bastante discutido. Las perspectivas utilizadas en una estructura piramidal como en cerdos, pollos y conejos se detallan a continuación.

- a. Beneficio de la empresa de mejora; aquella que considera que un incremento en el número de reproductoras incrementará su beneficio; es decir, incremento del tamaño de la explotación.
- b. Beneficio de los multiplicadores; en este caso se considera un número fijo de reproductoras, y su interés es maximizar el beneficio al comercializar un mayor número de individuos por reproductora.
- c. Beneficio del productor; su objetivo será obtener un mayor beneficio al comercializar la mayor cantidad de individuos a mercado.
- d. Beneficio del industrial; su objetivo es obtener el mayor beneficio posible de la comercialización de los productos de la transformación de la canal; por ejemplo, un mayor % de piezas nobles por canal comprada.
- e. Beneficio del consumidor, su interés es pagar un precio mínimo por unidad de producto.

En la tabla 1.3 se muestran las diferentes perspectivas de la función de beneficio descrita por Brascamp *et al.* (1985) para una empresa de producción de carne con base a la siguiente ecuación de beneficio:

$$B = N(nwr - nc_1d - c_2)$$

donde, B es el beneficio, N es el número de reproductoras; n es el número de descendientes de la reproductora al año; w es el peso al sacrificio de los individuos al sacrificio; r es el precio por unidad de producto; c_1 es el coste por individuo día; c_2 es el coste por hembra al año; d es el número de días a sacrificio del individuo.

Tabla 1.3 Funciones de beneficio dependiendo de la perspectiva tomada con su base de evaluación.

Perspectiva	Base de evaluación	Función de beneficio
Empresa	Número de reproductoras	$B = N(nwr - nc_1d - c_2)$
Multiplicador	Reproductora	$B = nwr - nc_1d - c_2$
Productor	Individuo	$B = wr - nc_1d - c_2/n$
Consumidor	Unidad de product	$B = r - c_1d/w - c_2/wn$

Adaptado de Brascamp *et al.* (1985)

La función de beneficio puede ser expresada como ingresos menos costes o ingresos sobre costes. Utilizar ingresos menos costes implica maximizar el beneficio y es el interés de las empresas y productores. Mientras que los ingresos sobre costes maximizan la eficiencia económica que puede ser de interés para un plan de mejora genética nacional, por ejemplo. Maximizar el beneficio puede tener la desventaja de saturar el mercado en un momento dado y, por consiguiente, bajar el precio del producto. Sin embargo, esto es discutible, ya que va a depender de varios factores como, por ejemplo, el crecimiento poblacional, que incrementa la demanda de alimentos. Maximizar la eficiencia económica permite reducir el coste a ingresos constantes.

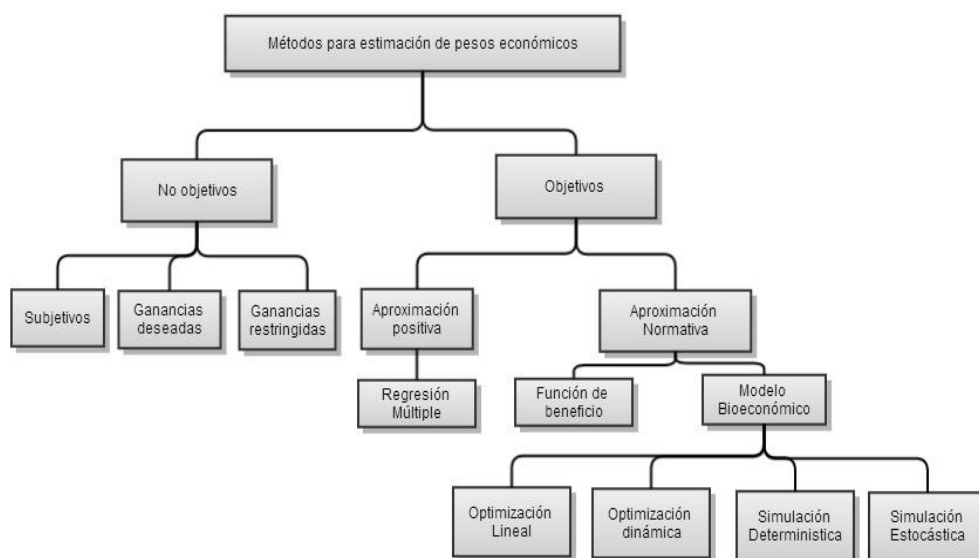
Por otro lado, Brascamp *et al.* (1985) y Smith *et al.* (1986) demostraron que al considerar, el beneficio mínimo de la empresa o productor como un coste de producción, o al hacer el re-escalamiento de la empresa conjuntamente con el uso eficiente de los recursos, los pesos económicos son iguales. Este tema se verá con mayor detalle en el apartado 1.5. Este trabajo utiliza una función de beneficio para una reproductora y año con el objetivo maximizar el beneficio de los productores, considerándola como ingresos menos costes.

El énfasis que se le dé a un carácter dentro de un programa de mejora depende de la combinación de su importancia económica, potencial de mejora genética del carácter

(variabilidad y precisión de la estima del valor aditivo), correlación genética entre caracteres, coste de medición de los caracteres e intervalo generacional. En general la decisión final depende de la cantidad adicional de mejora económica que puede ser lograda en relación al coste de hacer la mejora (Harris, 1970).

1.4. Métodos de estimación de los pesos económicos

Hazel (1943) definió el peso económico de un carácter como el cambio del beneficio causado por un cambio en el valor genético de un carácter asumiendo que el resto de caracteres se mantienen constantes. En la figura 1.6 se muestra una clasificación de los pesos económicos de acuerdo a la forma de estimarlos y a la disponibilidad de información técnico económica.



Adaptado de Groen, (1989)

Figura 1.6 Diagrama de clasificación de los pesos económicos.

1.4.1. Métodos no objetivos

Dentro de estos métodos se encuentra los métodos subjetivos, las ganancias deseadas y ganancias restringidas. El método subjetivo suelen ser usado solamente en caracteres que son difíciles de medir de una forma objetiva, y tiene el problema de que el valor del peso económico es definido por los mejoradores de acuerdo a su experiencia y conocimiento del problema. En cambio, en el método por ganancias deseadas, los

pesos económicos son estimados para una cantidad deseada de mejora genética para cada carácter. En ocasiones la respuesta esperada no coincide con la respuesta obtenida debido a que no se ha podido aplicar una selección adecuada, inexactitudes del modelo aplicado u otras causas. La ventaja de este método radica en que los pesos económicos permiten dirigir la respuesta genética y, en caso de que la respuesta esperada no se cumpla, permiten ajustarla mejor en la siguiente generación (Brascamp, 1984; Nielsen *et al.*, 2005; Kinghorn, 2005; Krupová *et al.*, 2008).

El método de las ganancias restringidas no es un método óptimo ya que utiliza un peso económico cero para el carácter que se desea no mejorar, pero esto no asegura que la respuesta sea nula para ese carácter. Para que un carácter no progrese se puede utilizar un índice con restricciones. Se ha demostrado que pesos económicos derivados con métodos objetivos con respecto a pesos económicos obtenidos por índices con restricciones difieren notablemente puesto que sus pesos económicos no son óptimos; por ejemplo, Gibson y Kennedy (1990) mostraron que la ganancia obtenida con un índice con restricciones fue solamente el 39% y 55% de la ganancia económica de dos índices alternativos sin restricciones.

En general, no se recomienda la utilización de los métodos no objetivos para programas donde el objetivo de mejora sea el mérito económico, por las pérdidas económicas que puede generar. Su uso podría estar justificado en caracteres cuyo peso económico es difícil de estimar o en caracteres económicamente óptimos. Este método puede ser usado complementariamente con los métodos objetivos de estimación de pesos económicos.

1.4.2. Métodos objetivos

Estos métodos se caracterizan por el uso de la modelización de los sistemas de producción en base a un conjunto de ecuaciones bajo determinadas condiciones técnico-económicas. Dentro de estos métodos tenemos la aproximación positiva y normativa, que se detallan a continuación.

1.4.2.1. Aproximación positiva

Este método se basa en el uso de un modelo de regresión múltiple para estimar los pesos económicos, en donde los coeficientes de regresión parcial son considerados los pesos económicos de los caracteres de interés. En este proceso es necesario contar con el beneficio y los valores de cría de cada carácter de los individuos a evaluar dentro del sistema de producción. Las desventajas de este método radican en la gran cantidad de información individual, de los posibles errores en su cálculo, y en que las estimas de los valores de cría deben ser confiables; es decir, su estima debe provenir de una gran cantidad de datos. Además, se genera una confusión entre los objetivos de selección y los criterios de selección; por ejemplo, si se desea mejorar el índice de conversión y se utiliza la velocidad de crecimiento como criterio de selección, la regresión múltiple evalúa solo la velocidad de crecimiento, siendo entonces las relaciones solamente fenotípicas, en lugar de genéticas, dejando de lado el índice de conversión. Por estas razones muchos mejoradores prefieren utilizar la aproximación normativa (Goddard, 1998; St. Onge *et al.*, 2001; Dekkers *et al.*, 2005).

La aplicación de este método es solo posible en ganado bovino de leche y carne por las grandes bases de datos que poseen, pero no parece ser de mucha utilidad en otras especies como los conejos.

1.4.2.2. Aproximación normativa

La aproximación normativa utiliza una función de beneficio o un modelo bioeconómico que representan la relación entre la producción de los animales en caracteres económicamente importantes y el beneficio del sistema de producción. El hecho de decidir utilizar una función de beneficio o un modelo bioeconómico radica en la complejidad que se quiera dar al sistema de producción. Se debe tener en cuenta que, mientras más complejo es el sistema, se produce un mayor riesgo de incurrir en errores. Es por esta razón que la función de beneficio tiene la ventaja de ser sencilla y facilita la interpretación de los resultados.

En general, los pesos económicos son obtenidos de la función de beneficio o del modelo bioeconómico mediante la derivada parcial del beneficio con respecto al carácter de interés manteniendo el resto de caracteres constantes lo que evita el double

counting. En este estudio se planteó establecer una función de beneficio para realizar un análisis del sistema de producción de carne de conejo con las características actuales de producción y estimar los pesos económicos de los caracteres por medio de las derivadas parciales.

Los modelos bioeconómicos se clasifican en modelos de optimización y simulación. Los modelos de simulación constituyen la técnica más adecuada cuando se desea conocer la producción a obtener con los recursos que cuenta el sistema. Por el contrario, cuando lo que interesa es usar una combinación de recursos más eficientemente para un nivel dado de producción, los modelos de optimización son los más adecuados.

Los modelos bioeconómicos de simulación puede ser determinísticos o estocásticos. En la aproximación determinística, la variabilidad de las variables es representada utilizando distribuciones de probabilidad discreta, por lo que los pesos económicos obtenidos son estimaciones puntuales invariables. Sin embargo, la aproximación estocástica utiliza distribuciones de probabilidad continuas, obteniendo de esta manera pesos económicos con sus desviaciones estándar. La ventaja de utilizar el método estocástico con respecto al determinístico radica en que se puede analizar más fácilmente la sensibilidad de los pesos económicos respecto a cambios en las variables del modelo (Vargas *et al.*, 2002; Soares de Lima, 2009). Se debe resaltar que estos modelos están siendo aplicados masivamente en sistemas de producción animal debido a la disponibilidad y fácil manejo de softwares que facilitan mucho la obtención de los resultados.

En general, las desventajas de los bioeconómicos radican en el alto costo y tiempo necesario para desarrollarlos, además de la gran cantidad de información fiable que solamente puede ser obtenida en sistemas de producción grandes; por ejemplo, el ganado lechero, pero en otras especies como el conejo de carne son muy difíciles de aplicar por la falta de información o por la disponibilidad económica.

1.5. Estimación de pesos económicos

Cuando se utiliza la función de beneficio para la estimación de los pesos económicos con las diferentes perspectivas (tabla 1.3) los pesos económicos son diferentes, tal como lo observó Moav (1973). Para evitar esto se ha desarrollado diferentes teorías que a continuación se detallan.

1.5.1. Beneficio cero

Esta teoría fue desarrollada por Brascamp *et al.* (1985) y se fundamenta en que las empresas o el productor tienen un beneficio mínimo que debe ser considerado como un coste, siendo entonces su beneficio igual a cero. La justificación para considerar un beneficio cero radica en que la mano de obra del productor en un mercado de competencia perfecta puede ser considerada como su beneficio, y por lo tanto tendría un beneficio cero. Debido a la competencia entre los productores o empresas, sus beneficios son similares.

1.5.2. Re-escalamiento

El re-escalamiento fue propuesto por Smith *et al.* (1986). Este método se basa en que a corto plazo las empresas tienen costes fijos, que son aquellos costes que no dependen del nivel de producción, y costes variables, que dependen del nivel de producción, mientras que a largo plazo todos los costes son variables, debido a que las empresas tienen un nivel de producción proyectado o reinvierten para cambiar el tamaño de la empresa con el tiempo. Las condiciones propuestas para el re-escalamiento fueron:

- a. Que el beneficio generado por incrementar el nivel genético de un carácter puede ser logrado por un cambio de escala de la empresa y no debería ser contado ya que se puede lograr sin ningún cambio genético.
- b. Las ineficiencias del sistema de producción no deberían ser contadas, es decir, todos los recursos son manejados eficientemente dentro de la empresa.

La segunda condición quiere decir que si los costes fijos existen, un incremento genético en los outputs pueden causar un ingreso extra para el mismo coste fijo.

El peso económico se define dentro del re-escalamiento como la diferencia entre el beneficio obtenido por la mejora genética de un carácter menos el beneficio generado por el re-escalamiento de la empresa. Por ejemplo, una empresa de producción de carne puede incrementar un 10% por vía genética la cantidad de carne por individuo, pero se pudo haber incrementado esta misma cantidad de carne al incrementar la cantidad de individuos producidos; es decir, peso económico es la diferencia entre incrementar 10% la producción de carne por individuo y el incrementar un 10% el tamaño de la empresa.

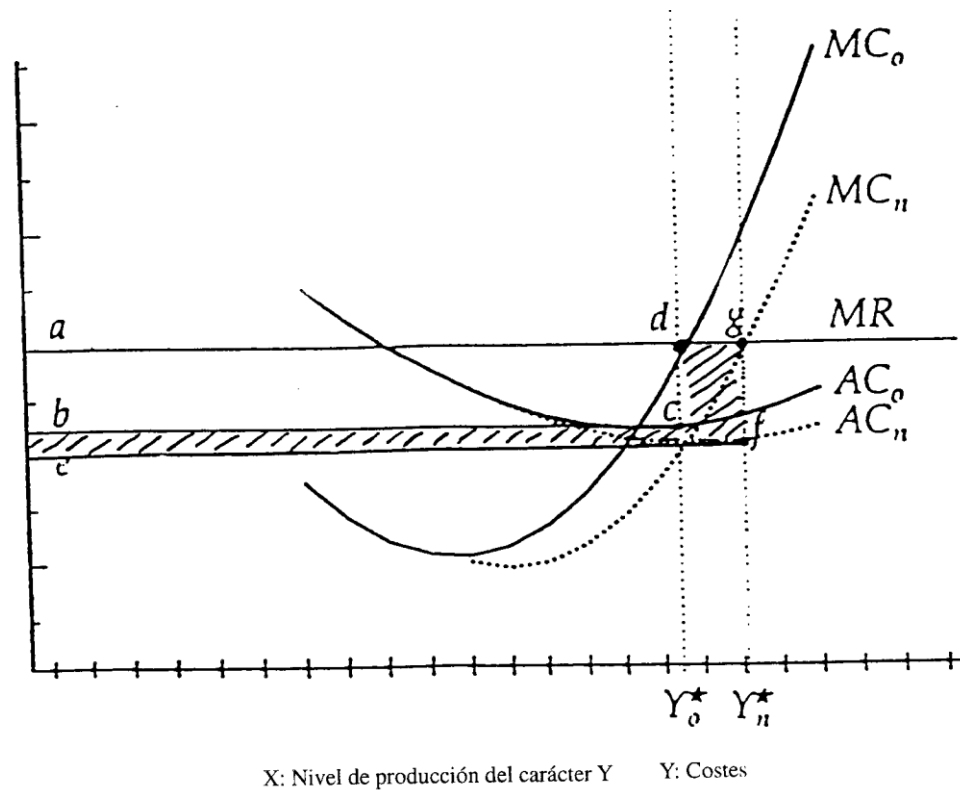
Así mismo se ha demostrado que se puede reescalar para inputs, outputs y beneficios constantes (Dekkers *et al.*, 2005). La desventajas de este método es que no consideran que hay límites para los inputs, que los outputs pueden saturar el mercado o que los rendimientos sean decrecientes, pero esto muchas veces es verdad, ya que la mejora genética actúa lentamente, permitiendo tomar decisiones de manera constante.

1.5.3. Método Neoclásico

Este método formaliza el uso de la teoría neoclásica en la estimación de los pesos económicos (Amer y Fox, 1992). Está define al peso económico de un carácter como la diferencia entre una situación óptima y otra en la que ha actuado la mejora genética; es decir, un nuevo óptimo. En la figura 1.7, se muestran las dos situaciones óptimas. La línea sólida indica la situación de partida y la línea punteada la situación después de actuar la mejora genética. La situación óptima Y_o^* es el punto *d* donde la curva del coste marginal inicial (MC_o) corta a la recta de los ingresos marginales y lo mismo sucede con la situación óptima Y_n^* siendo el punto de corte *g*. De otro lado, los costes medios han pasado de la curva AC_o a la curva AC_n (puntos de corte *c* y *f*), entonces el peso económico será el área rayada de la figura 1.7 (Blasco, 1995).

La utilización de esta teoría para la estimación de los pesos económicos parece que es posible solamente para empresas privadas o en programas nacionales debido a la necesidad de conocer profundamente el mercado, que implica inversión de tiempo y dinero.

Por tanto, la utilización de los métodos anteriormente mencionados dependerá de la disponibilidad de información técnico económica, de hacia quién se dirige el programa de mejora genética y de la disponibilidad de dinero y tiempo.



Fuente: Original Amer y Fox, (1992) corregida por Blasco, (1995)

Figura 1.7 Cambios genéticos producidos en las funciones de coste marginal (MC) y coste medio (AC).

1.6. Pesos económicos en cunicultura de carne

Los pesos económicos han sido reportados por Armero y Blasco (1992), y por Prayaga y Eady (2000) (tabla 1.4) para varios caracteres. Los pesos económicos han sido expresados para una determinada cantidad de un carácter (tabla 1.4), o por unidades de desviación estándar fenotípica o aditiva (tabla 1.5), lo que puede generar confusión.

Los pesos económicos de los caracteres mostrados en la tabla 1.4 indican que los caracteres más importantes dentro de los sistemas evaluados fueron el tamaño de camada, número de partos por año y el índice de conversión expresados en forma

absoluta. Mientras que la tasa de reposición fue el carácter con el peso económico más bajo, de entre los considerados.

Tabla 1.4 Pesos económicos expresados para una cantidad de un carácter.

Carácter	Unidad	€ ¹ /coneja/año	\$ ² /coneja/año
Tamaño de camada	más 1 gazapo	16.9	24.16
Número de partos	más 1 parto	21.83	26.32
Índice de conversión	más 0.1	1.89	-
Tasa de reposición	más 1%	-0.45	-0.37
Mortalidad en lactancia	más 1 %	-1.96	-2.74
Mortalidad en engorde	más 1 %	-2.3	-3.11
Ganancia diaria de peso en lactancia	más 1 g/d	0.38	0.34
Ganancia diaria de peso en engorde	más 1 g/d	1.5	1.98
Consumo diario de alimento en lactancia	más 1 g/d	-0.5	-0.64
Consumo diario de pienso en engorde	más 1 g/d	-0.4	-0.78

¹Armero y Blasco, (1992). ²Prayaga y Eady,(2000).

Tabla 1.5 Desviación estándar (ds), heredabilidad (h^2) y peso económico expresado por desviación típica en la industria comercial Australiana para caracteres funcionales de conejos de carne.

Carácter	ds	h^2	(\$/coneja/año)
Incidencia de infección bacteriana a las 9 semanas de edad (-5% en la mortalidad)	0.347	0.10 ¹	-\$13.70
Longevidad (semanas)	26	0 ² -0.1 ³	\$7.31

¹Eady *et al.* 2007. ²Eady, datos no publicados del Programa de mejora de conejos de carne Crusader en Australia. ³Sánchez *et al.* 2004 y Piles *et al.* 2006.

Los caracteres funcionales evaluados en la producción de conejos de carne han sido la longevidad y la resistencia a enfermedades. Los pesos económicos de estos caracteres han sido bajos como lo muestra tabla 1.5 (Eady y Garreau, 2007).

La cunicultura de carne en España ha sufrido cambios importantes durante estos últimos 20 años; por ejemplo, la utilización del manejo en bandas, la inseminación artificial, incremento del tamaño de las explotaciones, disminución del consumo per cápita, inestabilidad de los precios. Por estas razones, en este trabajo, se ha planteado estimar los pesos económicos de una explotación tipo en España en base a una función de beneficio.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Estimar los pesos económicos de un sistema de producción industrial de conejos de carne.

2.2. Objetivos específicos

Diseñar una función de beneficio para el sistema de producción tipo.

Estimar los pesos económicos a partir de la función de beneficio.

Realizar un análisis de sensibilidad de los pesos económicos estimados.

3. ECONOMIC WEIGHTS IN RABBIT MEAT PRODUCTION

ABSTRACT

A profit function was designed for an industrial commercial rabbitry with common management techniques. The incomes, costs and economic weights were estimated. The variable costs (feeding, artificial insemination, health, replacement) represented 62.1% of the total costs, and the fixed costs (labour, supplies, amortization and administration) represented 37.9% of the total costs. Major costs were feeding of fattening kits and labour cost, being 25.9% and 18.1% of the total cost, respectively. The more important economic weights were feed conversion rate (-20.19 €) and number of kits born alive (15.66 €), while fertility (1.72 €), weaning (1.71 €) and fattening survival (1.96 €), daily feed intake (-0.50 €) and daily gain during fattening (1.33 €) had lower importance. The replacement rate had the lowest economic weight (-0.29 €). The economic weights changed when varying the prices of kg of fattening feed and kg of live weight. However, these changes were not important except the economic weights of feed conversion rate and the number of kits born alive. When the minimum price of fattening kits was used, the economic weight of numbers of kits born alive and feed conversion rate were 17.1 € and -15.0 €, respectively. On the other hand, in the case of the maximum price of kg of live weight the economic weights of feed conversion rate and number of kits born alive were similar (-20.19 € and 20.15 €, respectively).

Key words: profit function, economic weights, selection index, rabbit production.

INTRODUCTION

The breeding goals in an animal breeding program are commonly established according to the economic importance of the traits (Falconer and Mackay, 1996). In a selection index the economic weights are defined as the change in profit when varying the trait of interest while keeping constant the rest of the traits in their average value (Blasco, 1995). In rabbit meat production, the economic weights of the main traits have been reported by Armero and Blasco (1992) and Prayaga and Eady (2000). However in recent decades there have been advances in nutrition, genetics, reproduction and market, such as the use of artificial insemination, management in batches and variation of the prices of feed and live weight at slaughter, which have produced a change in the rabbit meat production system. The aim of this study is to estimate the economic weights of the main traits in a current rabbit industrial meat production system.

MATERIALS AND METHODS

Production system.

A simulation was made considering a rabbitry with 750 does housed in two bays. Each bay had 750 multipurpose cages for does and fattening animals plus 105 replacement cages. The rabbitry had an environmental control and was managed by one person. The does were managed in a single batch and the first mating was at 18 weeks of age with subsequent reproductive cycles of 42 days. Crossbreed for replacement was purchased from multiplier at 63 days of age. The does were artificially inseminated (AI) 11 days post-partum and a pregnancy test was carried out by abdominal palpation on day 12 after AI. The suckling kits were weaned at 35 days and sold to the slaughterhouse at 63 days of age. Rabbits were fed ad libitum with a standard commercial pelleted diet. The management characteristics were set based of the national Spanish rabbit survey (MAGRAMA, 2008). The mean values assumed for the variables of the profit function are shown in table 1.

Profit function.

The profit function was expressed as:

$$P = R - C$$

where, P , R , C were the profit, returns and costs, respectively.

The profit was expressed per doe and per year. Details of the profit function are shown in Annex 1, 2 and 3.

Table 1. Mean values assumed for the variables of the profit function.

Parameter		Source
Lactation survival, (%)	88.1	bdcuni, 2012 ¹
Fattening survival, (%)	92.9	bdcuni, 2012 ¹
Replacement survival, (%)	90.7	Rosell and de la Fuente, 2009
Feed intake of replacement doe, (kg/period)	8.8	Cervera and Pascual, 2006
Daily feed intake of pregnant doe, (g/day)	167	Pascual, <i>et al.</i> 1999
Daily feed intake of overlapping doe, (g/day)	368	Pascual, <i>et al.</i> 1999
Daily feed intake of lactating doe, (g/day)	346	Pascual, <i>et al.</i> 1999
Daily feed intake during fattening period, (g/day)	105	Orengo <i>et al.</i> 2009
Daily gain during the fattening period, (g/day)	40.1	Orengo, <i>et al.</i> 2009
Weaning weight at 35 days, (kg)	0.9	Alagon, 2013
Slaughter weight at 63 days, (kg)	2.2	bdcuni, 2012 ¹
Number of kits born alive per kidding	9.4	bdcuni, 2012 ¹
Fertility, (%)	78.2	bdcuni, 2012 ¹
Replacement rate, (%)	120	Ramon and Rafel, 2002

¹ Mean for a rabbitry using a single batch and insemination 11 days postpartum.

The only return considered was the income from selling fattening kits. Prices and costs considered can be seen on table 2. The labour cost of the producer was established as twice the national minimum agricultural salary (MEYSS, 2012). This labour cost was increased 36% to consider the extra labour costs in casual situations (annex 4). The supplies costs, which included the water, power, phone, maintenance and nesting

material were estimated from data provided by bdcuni (2012). The total investment cost to be amortized was estimated as the cost of building the farm plus a constant nominal interest over the investment created by a financial loan at 6% (based on real bank data) repayable in 10 years with an assumed average inflation rate of 3%. The depreciation of this capital was estimated assuming 30 years for the building and 15 years for the cages. The administrative costs considered were the management, associations, agricultural insurances (ENESA, 2012) and contribution to INTERCUN (BOE, 2010). The opportunity cost was calculated as the return/payment that would be obtained by investing the money in a fixed term at 2.5% (from actual bank data). The fixed costs were calculated as the sum of labour, supplies, administration and amortization costs. These costs were divided per doe, replacement doe and litter weaned per year. All these costs are shown in table 2.

Table 2. Prices and costs used in the profit function.

Description		Source
Price per kg of live weight (€)	1.81	ASESCU, 2012 ²
Price of replacement doe (€/crossbreed doe)	9.00	Sector companies
Price per kg of fattening feed (€/kg)	0.29	COAVRE, 2012 ³
Price per kg of doe feed (€/kg)	0.30	COAVRE, 2012 ³
Price of artificial insemination ¹ (€/AI)	1.00	Sector companies
Health costs of doe (€/doe)	11.33	Rosell and Fluvià, 2008
Health costs of replacement doe (€/replacement)	0.50	Sector companies
Fixed cost per doe, (€/doe)	42.46	Estimate M&M section
Fixed cost per replacement doe, (€/replacement)	13.05	Estimate M &M section
Fixed cost per litter, (€/offspring weaning)	22.62	Estimate M &M section

¹Hormonal treatment included. ²Average of 2012. ³Average of 2012, coccidiostats and VAT (10%) included; no antibiotics, transport and bonuses included.

Economic weights and sensitivity analysis.

The absolute economic weights of the different traits were estimated as the partial derivate of the profit function with respect to the traits in their average value. The relative economic weights of all traits were expressed with respect to feed conversion rate.

The sensitivity of the economic weights to changes in the feed price was checked by recalculating the economic weights with the mean of the minimum prices of each year (0.22€/kg) and the mean of the maximum prices of each year (0.33 €/kg) of the fattening feed between 2009 and 2012 (COAVRE, 2012). The sensitivity to changes in the price of kg of live weight was checked by recalculating the economic weights with the mean of the maximum prices of each year (2.17 €/kg) and the mean of the minimum prices of each year (1.59 €/kg) paid per kg of live weight between 2009 and 2012 (ASESCU, 2012).

A selection index was applied to test the response to selection when considering the most important economical trait using the feed conversion rate and number of kits born alive as breeding objective, using the combination of feed conversion rate, number of kits born alive, daily gain during fattening and number weaned rabbits as selection criteria. The genetic and phenotypic parameters are shown in table 3.

Table 3. Genetic and phenotypic parameters with heritability on the diagonal, genetic correlations above and phenotypic correlations below the diagonal.

Trait	FCR	NW	DGFt	NBA
Feed conversion rate (FCR)	0.31 ¹	0 ⁴	-0.47 ¹	0 ⁴
Number of kits weaned (NW)	0 ⁴	0.11 ³	0.059 ²	0.93 ³
Daily gain during the fattening period (DGFt)	-0.14 ¹	0 ⁴	0.20 ²	0 ⁴
Number of kits born alive (NBA)	0 ⁴	0 ⁴	0 ⁴	0.13 ³

¹Piles *et al.* 2004. ²García and Baselga, 2002a. ³ García and Baselga, 2002b. ⁴This value was considered as zero due to little information in literature and because the genetic and phenotypic correlation can be zero.

RESULTS AND DISCUSSION

Profit function.

Table 4 shows the returns and costs per doe and year and per kg of live weight, and the percentage of each item with respect to total cost. The only income considered was the one selling fattening kits. No income from culled does was considered. In order to be commercialized, they should consume food without any antibiotic before slaughter, and this cost is not compensated by the income from selling adults to the slaughterhouse (Rafel, 2013, pers. comm.).

The variable costs (feeding, artificial insemination, replacement and health), which depend on productivity, were 62.1% of the total cost while fixed costs (labours, amortizations, supplies and administratives) independent of productivity were 37.9%. These results were within the range obtained in 2010 by Pascual *et al.* (2011) and Serrano *et al.* (2012). The fattening kits feed and labour costs were the most important costs in the profit function (25.9% and 18.1% of the total cost, respectively).

The salary was considered as twice the national minimum agricultural salary (28543€/year, including taxes) because the producer is supposed to have background and experience in rabbit production management, thus, it is not possible to apply a salary of a not qualified worker. This salary is within the range considered by other technical management programs in Spain and France (ITG, 2012; BOE, 2011; Jentzer-Azard, 2007; Jentzer-Azard, 2009). When the salary varies between one and three times the national minimum agricultural salary, the labour cost will be within the range of 10.7% and 23.5% and the production cost will vary between 1.65 and 1.94 €/kg of live weight. This shows that the production cost is very sensible to the labour cost.

The number of does managed per person has increased in last years due to advances in reproduction, management and facilities, such as the implementation of the artificial insemination, management in batches and automation of the feeding and manure elimination systems (Rodríguez, 2007; Murguerza *et al.*, 1995). At present, one person is considered to manage between 675-750 does (Rosell and Fluvià, 2008; Jentzer-Azard, 2009; ITG, 2010; Abadal *et al.*, 2011; CIPP, 2011; Sánchez *et al.*, 2011; Serrano *et al.*, 2012; Rafel, 2013). Due to this, in the rabbit meat production system

there is not a scaling factor; i.e., a rabbitry with 1500 does will need to double labour cost.

Table 4. Distribution of returns, costs and profit of a rabbitry

	€ per doe and year	€/ kg live weight	% total
Returns	207.71	1.808	
Costs	206.02	1.793	
Feeding	93.17	0.81	45.2
<i>Reproductive doe</i>	29.23	0.25	14.2
Pregnant	2.82	0.02	1.4
Overlapping	16.50	0.14	8.0
Lactation	6.29	0.05	3.1
Empty period	3.61	0.03	1.8
<i>Replacement doe</i>	3.45	0.03	01.7
<i>Offspring</i>	60.49	0.53	29.4
Lactation kits	7.21	0.06	3.5
Fattening kits	53.28	0.46	25.9
Artificial insemination	8.69	0.08	4.2
Replacement	11.79	0.10	5.7
Health	14.25	0.12	6.9
Labour	37.25	0.32	18.1
Supplies	14.40	0.13	7.0
<i>Water, power and phone</i>	6.23	0.05	3.0
<i>Nesting material</i>	1.93	0.02	0.9
<i>Maintenance</i>	6.23	0.05	3.0
Amortization	20.15	0.18	9.8
Administration	6.33	0.06	3.1
<i>Agricultural insurances</i>	0.65	0.01	0.3
<i>Administrator, associations</i>	0.73	0.01	0.4
<i>Contribution to INTERCUN</i>	1.15	0.01	0.6
<i>Opportunity cost</i>	3.79	0.03	1.8
Profit	1.69	0.01	

Economic weights.

The economic weights of the traits included in the returns, feeding cost of the fattening kits and replacement rate are shown in Table 5. The most important economic weights were the feed conversion rate and the number of kits born alive. The values obtained were lower in absolute and relative terms than those reported by Armero and Blasco (1992). The current economic weights of number of kits born alive and feed conversion rate were lower in a 51% and 60%, respectively, compared to values obtained in 1992. This might be produced by the decrease of the price of live weight (3.27 vs. 1.81 €/kg in constant euros, in 1992 and 2012, respectively) and by the decrease of the price of feed (0.33 vs. 0.29 €/kg in constant euros, in 1992 and 2012, respectively). Furthermore, the size of rabbitries and the number of does managed by one person has increased due to advances in genetic, nutrition, reproduction, management and environment in the last years (Rodríguez, 2007). This indicates that the industry of rabbit meat in Spain has become a competitive industry.

In the Australian industry the economic weights of the feed conversion rate and the number of kits born alive were also important, despite of been an infant industry (Prayaga and Eady, 2000; Eady, 2003).

Table 5. Absolute (EW) and relative (REW) economic weights of main traits on the profit function.

Trait	EW	EW ¹	REW	REW ¹
Fertility	1.72	-	-0.09	-
Numbers kits born alive	15.66	30.71	-0.78	-0.89
Lactation survival	1.71	3.56	-0.08	-0.10
Fattening survival	1.96	4.18	-0.10	-0.12
Replacement rate	-0.29	-0.82	0.01	0.02
Daily feed intake during fattening	-0.50	-0.73	0.02	0.02
Daily gain during fattening	1.33	2.73	-0.07	-0.08
Feed conversion rate	-20.19	-34.34	1.00	1.00

¹The economic weight was adjusted to constant euros (Armero and Blasco, 1992). Base 100=2012;

The economic weight of fertility was low, considering that the averaged number of parities per cage was 6.8, which is equivalent to 5.67 parities per doe when considering a replacement rate of 120%. The value of the fertility can be considered as an indirect estimation of the economic weight of number of parities per year. Moreover, the selection for these traits in a selection program will have a low response, due to the low heritability of fertility (Piles *et al.*, 2005) and the small little genetic variance of the number of parities per year (Sánchez, 2005).

The economic weight of lactation and fattening survival had a low value, agreeing with results reported by Prayaga and Eady (2000). In despite of this, Eady (2003) suggested that lactation mortality can be an important trait to be included in a selection index in her conditions. However, the importance of this trait was due to the high phenotypic deviation value used ($\sigma_P = 22.7\%$), much higher than the value obtained in Spanish industry (3.37%; bdcuni, 2012); one condition for the estimation of the economic weights is that the resources have to be used efficiently (Smith *et al.*, 1986). After reducing the phenotypic variance with management techniques, the inclusion of the lactation mortality in the selection index would not be recommended.

The economic weight of replacement rate was low compared to the economic weights of other traits. Although the management has changed in the last years, Armero and Blasco (1992) also found a low value (table 5). This economic weight can be considered as an estimation of the economic weight of the longevity. However, it should be pointed out that the replacement costs included fixed, acquisition, feeding and health costs, but did not include the unproductive period cost before culling, which has to be considered in longevity cost (Sánchez, 2005). In this study, the unproductive period cost was not considered within the replacement rate cost because it was already included within the doe cost. This unproductive period had a low cost (1.8% of the total cost). Some authors considered the economic weight of longevity as the period between first mating and death or culling time (Eady and Garreau, 2007) but it is equivalent to include the replacement rate in the profit function.

Sensitivity analysis.

The sensitivity analysis of absolute and relative economic weights is shown on table 6a and 6b. When using the minimum price of kg of fattening feed, the importance of

the economic weight of the traits changed, obtaining the higher value for the number of kits born alive followed by feed conversion rate. The economic weights of fertility, number of kits born alive and lactation survival increased between 9-10% and feed intake, daily gain and feed conversion during fattening reduced their economic weight in a 25%. The economic weight of fattening survival increase 3.6% and replacement rate did not increase. However, for a maximum price of fattening feed the feed conversion rate was the most important trait followed by number of kits born alive (table 6b). The fertility, number of kits born alive and lactation and fattening survival reduced their economic weight between 1.6%-4.5%, while the feed intake, daily gain and feed conversion during fattening increased their economic weight between 11.4% -12.3%.

Table 6a. Sensitivity analysis of the absolute economic weights (EW)

Trait	Price of fattening feed (€/kg)		Price of live weight (€/kg)	
	EW _{Min}	EW _{Max}	EW _{Min}	EW _{Max}
Fertility	1.89	1.64	1.40	2.26
Number of kits born alive	17.1	15.0	13.0	20.15
Lactation survival	1.87	1.64	1.43	2.19
Fattening survival	2.03	1.93	1.69	2.41
Replacement rate	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29
Daily feed intake during fattening	-0.38	-0.52	-0.50	-0.50
Daily gain during fattening	0.99	1.49	1.33	1.33
Feed conversion rate	-15.0	-22.5	-20.19	-20.19

When estimating the economic weights with the minimum price of kg of live weight the most important trait was the feed conversion rate, while with the maximum price the economic weights of feed conversion rate and number born alive were similar. Minimum prices of kg of live weight led to reductions between 13.6% and 18.4% in the economic weights of fertility, number of kits born alive and lactation and fattening

survival. While, the daily gain, feed intake and feed conversion rate during fattening were constants. For a maximum price, the fertility, number of kits born alive, lactation and fattening survival increased between 23.2% and 31.3%. However the economic weights of feed conversion rate and the number of kits born alive were similar (table 6b).

Table 6b. Sensitivity analysis of the relative economic weights (REW)

Trait	Price of fattening feed (€/kg)		Price of live weight (€/kg)	
	REW _{Min}	REW _{Max}	REW _{Min}	REW _{Max}
Fertility	0.13	0.07	0.07	0.11
Number kits born alive	1.14	0.67	0.64	1.00
Lactation survival	0.12	0.07	0.07	0.11
Fattening survival	0.13	0.09	0.08	0.12
Replacement rate	0.01	0.01	0.01	0.01
Daily feed intake during fattening	0.02	0.02	0.02	0.02
Daily gain during fattening	0.07	0.07	0.07	0.07
Feed conversion rate	1.0	1.0	1.0	1.00

These results showed that the prices of inputs and outputs can alter economic weights in a production system as with by Vandepitte and Hazel (1977) and Bright (1991). However, the economic weights were scarcely sensitive to changes in the prices of kg of fattening feed and kg of live weight in the production system evaluated; except in the cases of minimum price of the fattening feed, in which the economic weight of number of kits born alive was most important than feed conversion rate, while the maximum price of the live weight the economic weights of feed conversion rate and number born alive changed and there were similar.

The economic response of the selection index is shown in table 7. The feed conversion rate and the number of kits born alive shown a high response when used both as breeding objective and selection criteria.

Table 7. Breeding objective, selection criterion, index coefficient and economic response.

Breeding objective	Selection criterion	Index coefficients		Economic response (€)
		b ₁	b ₂	
FCR, NBA	FCR, NBA	-6.73	2.03	9.0
FCR, NBA	FCR, NW	-6.26	1.98	7.8
FCR, NBA	DGFt, NBA	0.39	2.03	8.9
FCR, NBA	DGFt, NW	0.39	1.98	7.6

FCR Feed conversion rate. NBA Number born alive. NW number of kits weaned. DGFt: Daily gain during fattening.

CONCLUSIONS

The main conclusion of this study is that the most important economic weights in rabbit meat production were the number of kits born alive and feed conversion rate, while replacement rate was the trait with lower economic weight. The economic weights were scarcely sensitive to changes in the prices of kg fattening feed and kg of live weight.

Acknowledgments: The authors thank Oriol Rafel, Josep Ramon and Miriam Piles, Rabbit Unit of IRTA, and Ceferino Torres, Department of Animal Science of the UPV for their comments. The work has been supported by the National Secretary of Higher Education, Science and Technology of Ecuador (SENESCYT) and the Secretary of State for R&D&i of the Ministry of Economy and Competitiveness of Spain (PTA2011-5888-T).

REFERENCES

- Abadal, L., Casas, J., Garriga, R., Martínez, M., Rosell, J. 2011. Resultats de Gestió Tecnicoeconòmica de la Federació d'Associacions de Cunicultors de Catalunya (FACC) durant 2011. Available at: <http://www.cunicultors.cat/documents-d-interes-1/resources>. Accessed: March 2013.
- Alagon, G. 2013. Use of barley, wheat and corn distiller's dried grains with solubles in diets for growing rabbits: nutritive value, growth performance and meat quality. *PhD Thesis Universitat Politècnica de València*.
- Armero, Q., Blasco, A. 1992. Economic weights for rabbit selection indices. In *Proc: 5th Congress of the World Rabbit Science Association, 25-30 July, 1992. Oregon, EUA*. 15: 637-642.
- ASESCU. 2012. Asociación Española de Cunicultura Histórico de precios de lonja. Available at: <http://www.asescu.com/>. Accessed: December 2012.
- bdcuni. 2012. Base de datos del sector cunícola español. Available at: <http://www.ivia.es/>. Accessed: December 2012.
- BOE. 2010. Agencia Estatal Boletín oficial del Estado. *Boletín* 299. Available at: <http://www.boe.es/boe/dias/2010/12/09/pdfs/BOE-B-2010-42156.pdf>. Accessed: December 2012.
- BOE. 2011. Agencia Estatal Boletín oficial del Estado. *Boletín* 19. Available at: <http://www.boe.es/boe/dias/2011/01/22/pdfs/BOE-A-2011-1140.pdf>. Accessed: December 2012.
- Bright, G. 1991. Economic weights from profit equations: appraising their accuracy. *Anim. Prod.*, 53: 03: 395-398.
- Cervera C., Pascual, J.J. 2006. Manejo de la alimentación de las conejas reproductoras. *XXXI Symposium de Cunicultura ASECU. Murcia, Spain* 211-227.
- COAVRE. 2012. Cooperativa de Avicultores y Ganaderos Valenciana. Available at: <http://coavre.blogspot.com.es/>. Accessed: February 2013.

- CIPP. 2011. Comité Lapin interprofessionnel pour la Promotion des Produits: Rapport final de la démarche prospective. Etude réalisée avec le soutien de France Agrimer. Available at: <http://www.franceagrimer.fr>. Accessed: April 2013.
- Eady, S. 2003. Farmed rabbits in Australia: A report for the rural industries research and development corporation. *CSIRO Livestock industries*. 3-10.
- Eady, S., Garreau, H. 2007. Functional traits - can we find practical measures to quantify them and how important are they?. *Proc. Adv. Anim. Breed. Gen.*, 17: 495 – 498.
- Falconer, D.S. and Mackay T.F.C. 1996. *Introduction to quantitative genetics*. 4th ed. Edinburgh Gate, Harlow, U.K. Addison Wesley Longman Limited.
- ENESA. 2012. Entidad Estatal de Seguros Agrarios. Available at: <http://enesa.magrama.es/>. Accessed: January 2013.
- Garcia, M. L., Baselga, M. 2002a. Estimation of correlated response on growth traits to selection in litter size of rabbits using a cryopreserved control population and genetic trends. *Livest. Prod. Sci.*, 78: 91–98.
- Garcia, M. L., Baselga, M. 2002b. Estimation of genetic response to selection in litter size of rabbits using a cryopreserved control population. *Livest. Prod. Sci.*, 74: 45-53.
- ITG. 2010. Resultados de gestión técnico económica en cunicultura: 1^{er} semestre 2009. Boletín informativo monogástricos III Available at: <http://www.itgganadero.com/itg/portal/documentos.asp?id=282>. Accessed: April 2013. 157: 4-5.
- ITG. 2012. Gestión Económica Porcino y Cunicula 2011. Boletín informativo Ganadería INTIA-Navarra. Available at: <http://www.itgganadero.com/itg/portal/documentos.asp?id=303>. Accessed: April 2013.
- Jentzer-Azard, A. 2007. Principaux résultats issus du réseau de fermes de références cunicoles au cours de la campagne 2005-2006. 12^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole. 27-28 novembre 2007. Le Mans, France, 171-174

- Jentzer-Azard, A. 2009. Principaux résultats issus du réseau de fermes de références cunicoles au cours de la campagne 2007-2008. *13 émes Journées de la Recherche Cunicole. 17-18 Novembre. Le Mans, France, 95-103*
- MAGRAMA. 2008. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente: Memoria de la Encuesta Nacional de Cunicultura. Available at: http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/2008_cunicultura_memoria_tcm7-14332.pdf. Accessed: November 2012.
- MEYSS. 2012. Ministerio de Empleo y Seguridad Social de España. Available at: <http://www.empleo.gob.es/index.htm>. Accessed: April 2013.
- Murguerza, M. A., Iruretagoiena, X., Leyun, M. 1995. Costos de producción en cunicultura variaciones del manejo producidas por los márgenes. La banda única. *Boletín de Cunicultura* 79:16-21.
- Orengo, J., Piles, M., Rafel, O., Ramón., Gómez E.A. 2009. Crossbreeding parameters for growth and feed consumption traits from a five diallel mating scheme in rabbits. *J. Anim. Sci.*, 87: 1896-1905.
- Pascual, M., Serrano, P., Torres, C., Gómez, E. A. 2011. Algunos conceptos para la mejora de la rentabilidad en las explotaciones cunícolas. *Boletín de Cunicultura* 166: 19-25.
- Pascual, J.J., Tolosa, C., Cervera, C., Blas, E., Fernandez-Carmona, J. 1999. Effect of diets with different digestible energy content on the performance of rabbit does. *Animal Feed Science and Technology*. 81: 105-117.
- Piles, M., Gómez E.A., Rafel O., Ramón J., Blasco A. 2004. Elliptical selection experiment for the estimation of genetic parameters of the growth rate and feed conversion ratio in rabbits. *J. Anim. Sci.*, 82:3: 654-60.
- Piles, M., Rafel, O., Ramón, J., Varona, L. 2005. Genetic parameters of fertility in two lines of rabbits with different reproductive potential. *J. Anim. Sci.*, 83:340-3.

- Prayaga, K.C. and Eady, S. 2000. Rabbit farming for meat production in Australia: Preliminary estimates of economic values for production traits. *Asian-Australian J. Anim. Sci.*, 13:357-359.
- Rafel, O., Ramon, J., Piles, M. 2013. Estrategias productivas en el sector cunícola ante la situación de crisis. Capacidad de reacción frente a mercados inestables. *XXXVIII Symposium de Cunicultura ASESCU Zamora, España*. 86-93.
- Ramon, J., Rafel, O. 2002. 1991-2000. Diez años de gestión global en España. *II Congreso Internacional de Producción y Sanidad Animal. Expoaviga 2002*, 113-117.
- Rodríguez, G. 2007. Tiempos de cambio para la cunicultura. Agricultura familiar en España. *Anuario 2007*, 262-266.
- Rosell, J. M., de la Fuente, L.F. 2009. Culling and mortality in breeding rabbits. *Preventive Veterinary Medicine*. 88: 120–127
- Rosell, J. M., and Fluvià, M. 2008. Economía: Análisis técnico económico de explotaciones cunícolas. *Cunicultura*, 192: 9-13
- Sánchez del Cueto, M., Prieto C., Gullon, J., García, N. 2011. Gestión técnica Cogal año 2011. Available at: <http://www.cogal.net>. Accessed: April 2013.
- Sánchez, J. P. 2005. Análisis genético de la longevidad en conejas de producción cárnica. Constitución y evaluación de una línea Longevo-Productiva de conejos. Tesis doctoral, Universitat Politècnica de Valencia.
- Serrano, P., Pascual, M. and Gómez, E.A. 2012. Estimación de costes de producción de la carne de conejo. *Boletín de Cunicultura*, 168: 44-53.
- Smith, C., James, J. W. and Brascamp, E. W. 1986. On the derivation of economic weights in livestock improvement. *Anim. Prod.*, 43:545-551
- Vandepitte, W.M., Hazel, L.N. 1977. The effect of errors in the support economic weights on the accuracy of selection indexes. *Ann. Genet. Sel. Anim.* 9: 87–103.

ANNEXES

Annex 1. Definitions of terms

Lactation survival, rate between the number of kits weaned and the number of kits born alive expressed as a percentage.

Fattening survival, rate between the number of kits sent to slaughterhouse and the number of kits weaned expressed as a percentage.

Replacement survival, in this case due to the variability of the values of the mortality in this period, it was decided to use the difference of the unit and the removal risk.

Feed intake of the replacement doe, feed intake from week 9 to week 18. The average daily consumption considered was 140 g/d.

Daily feed intake of pregnant doe, daily feed intake during pregnant period. This period is considered of 7 days.

Daily feed intake of overlapping doe, amount of daily feed intake during overlapping period. This period is considered of 24 days.

Daily feed intake of lactating doe, amount of daily feed intake during lactation period. This period is considered of 11 days.

Daily feed intake of empty doe, amount of daily feed intake during empty period. This period is considered of 12 days.

Daily feed intake during fattening period, is the amount of daily feed intake during fattening period. This period is considered of 28 days.

Daily gain during the fattening period is the amount of weight gain in fattening period per day. The period considered was from weaning at slaughter weight (28 day).

Feed conversion rate, is a measure of the amount of feed eaten per unit of bodyweight gain.

Fertility is the average number of births divided by the numbers of does inseminated per reproductive cycle.

Annex 2. Glossary of symbols

Symbols	Description	Symbols	Description	Symbols	Description
A	Alive	H	Health	W	Weight
Ac	Acquisition	I	Intake	We	Weaning
An	Annual	La	Lactation		
AI	Artificial insemination	N	Number		
B	Born	O	Overlap		
C	Cost	Of	Offspring		
Ci	Reproductive cycle	P	Profit		
D	Day	Pg	Pregnancy		
Do	Doe	Pn	Perinatal		
Em	Empty	Pr	Price		
En	Entrance	Pt	Parities		
F	Feed	R	Returns		
Fe	Fertility	Ra	Rate		
Fd	Feeding	Re	Replacement		
Ft	Fattening	Sl	Slaughter		
Fx	Fixed	Su	Survival		
G	Gain	To	Total		

Annex 3. Abbreviations

Symbols	Description	Symbols	Description	Symbols	Description
AcCRe	Acquisition cost of replacement	Fe	Fertility	P	Profit
AIC	Artificial insemination cost	FIRe	Feed intake during replacement	PgD	Pregnant days
AnReRa	Annual replacement rate	FtC	Fattening cost	PnSu	Perinatal survival
C	Cost	FtD	Fattening days	Pr1	Price of kg of live weight
DFI ₁₇₋₃₅	Daily feed intake between 17-35 days	FtSu	Fattening survival	Pr2	Price of replacement
DFIFt	Daily feed intake during fattening	FxCDo	Fixed cost of the doe	Pr3	Price per kg of doe feed
DFIO	Daily feed intake during overlap	FxCft	Fixed cost of fattening	Pr4	Price of artificial insemination
DFIPg	Daily feed intake during pregnancy	FxCRe	Fixed cost of replacement	Pr5	Price per kg of fattening feed
DFILa	Daily feed intake during lactation	HAnCDo	Health annual cost of the doe	R	Returns
DGFt	Daily gain during fattening	HAnCRe	Health annual cost of replacement	ReC	Replacement cost
DGLa	Daily gain during lactation	HCDo	Health cost of the doe	ReSu	Replacement survival
DoC	Doe cost	HCre	Health cost of replacement	SIW	Slaughter weight
EmD	Empty days	LaCOF	Lactation cost of offspring	ToNB	Total number of kits born
EnRa	Entrance rate	LaD	Lactation days	W ₁₇	Weight at day 17
FdCDo	Feeding cost of the doe	LaSu	Lactation survival	WeD	Weaning days
FdCEm	Feeding cost of empty	NBA	Number of kits born alive	WeW	Weaning weight
FdCLa	Feeding cost of lactation	NCi	Number of reproductive cycles	WG ₃₅₋₆₃	Weight gain of 35-63 days
FdCO	Feeding cost of overlap	ND ₁₇₋₃₅	Number days between 17-35 days		
FdCPg	Feeding cost of pregnant	NPt	Number of parities		
FdCRe	Feeding cost of replacement	OD	Overlap days		

Annex 4. Description of profit function per doe and per year

$$Profit = Returns - Costs; P = R - C$$

Returns:

$$R = NCi \times Fe \times NBA \times LaSu \times FtSu \times (WeW + WG_{35-63}) \times Pr1$$

$$R = NCi \times Fe \times NBA \times LaSu \times FtSu \times SlW \times Pr1$$

$$R = NPt \times ToNB \times PnSu \times LaSu \times FtSu \times SlW \times Pr1$$

Costs:

Replacement costs:

$$ReC = FxCRe + AnReRa \times (2 - ReSu) \times [(Pr2 + FICRe \times Pr3 + HCRe)]$$

$$ReC = FxCRe + AnReRa \times EnRa \times [(Pr2 + FICRe \times Pr3 + HCRe)]$$

$$ReC = FxCRe + AnReRa \times EnRa \times Pr2 + AnReRa \times EnRa \times FICRe \times Pr3 + AnReRa \times EnRa \times HCRe$$

$$ReC = FxCRe + AcCRe + FdCRe + HAnCRe$$

Doe costs:

$$DoC = FxCDo + NCi \times Pr4 + AnReRa \times HCDo + PgD \times NCi \times Fe \times DFIPg \times Pr3 + OD \times NCi \times Fe \times DFIO \times Pr3 + LaD \times NCi \times Fe \times DFILa \times Pr3 + EmD \times DFIPg \times Pr3$$

$$DoC = FxCDo + AIC + HAnCDo + PgD \times NPt \times DFIPg \times Pr3 + OD \times NPt \times DFIO \times Pr3 + LaD \times NPt \times DFILa \times Pr3 + EmD \times DFIPg \times Pr3$$

$$DoC = FxCDo + AIC + HAnCDo + FdCPg + FdCO + FdCLa + FdCEm$$

$$DoC = FxCDo + AIC + HAnCDo + FdCDo$$

Lactation costs of offspring:

$$LaCOF = NCi \times Fe \times NBA \times (0.5 + 0.5 \times LaSu) \times DFI_{17-35} \times ((WeW - W_{17})/DGLa) \times Pr3$$

$$LaCOF = NPt \times NBA \times ((1 + LaSu)/2) \times DFI_{17-35} \times WeD \times Pr3$$

$$LaCOF = NPt \times ToNB \times PnSu \times ((1 + LaSu)/2) \times DFI_{17-35} \times ND_{17-35} \times Pr3$$

$$LaCOF = NPt \times ToNB \times PnSu \times ((1 + LaSu)/2) \times DFI_{17-35} \times ND_{17-35} \times Pr3$$

Fattening costs:

$$FtC = FxCFt + (NCi \times Fe \times NBA \times LaSu \times (0.5 + 0.5 \times FtSu) \times (DFIFt \times (SlW - WeW)/DGFt) \times Pr5)$$

$$FtC = FxCFt + (NCi \times Fe \times ToNB \times PnSu \times LaSu \times ((1 + FtSu)/2) \times DFIFt \times FtD \times Pr5)$$

$$FtC = FxCFt + (NPt \times ToNB \times PnSu \times LaSu \times ((1 + FtSu)/2) \times DFIFt \times FtD \times Pr5)$$

Annex 4. Description of the number of days worked, not worked and holidays per month and per year. The Valencian calendar 2012 was used as reference.

Months	days worked per month	days not worked per month	Holidays per month
January	25	5	1
February	24	4	0
March	25	5	1
April	23	5	2
May	26	4	1
June	25	5	0
July	26	5	0
August	26	4	1
September	25	5	0
October	25	4	2
November	25	4	1
December	24	5	2
Total days	299	55	11
Annual holiday	30		
Total days worked	269		
Days for casual situations	96		
Number of workers per year	1,36		

4. CONCLUSIONES GENERALES

A partir de los resultados obtenidos, se puede concluir que:

- a. Los caracteres con mayor peso económico fueron el índice de conversión y el número de gazapos nacidos vivos.
- b. Los principales costes fueron la alimentación de los gazapos durante el período de engorde y la mano de obra.
- c. El coste de producción es sensible al coste de la mano de obra.
- d. La tasa de reposición fue el carácter con el peso económico más bajo de entre los estudiados.
- e. Los avances en el sistema de producción de conejos de carne en los últimos 20 años han causado una reducción del valor de los pesos económicos.
- f. Los pesos económicos de los caracteres fueron robustos a cambios en los precios de kg de peso vivo y kg de pienso, a excepción del precio mínimo de pienso máximo y precio máximo de peso vivo que afectaron al índice de conversión y número de gazapos nacidos vivos.

5. REFERENCIAS

- Amer, P. R., Fox, G. C. 1992. Estimation of economic weights in genetic improvement in genetic improvement using neoclassical production theory: an alternative to rescaling. *Anim. Prod.*, 54: 341-350.
- Amer, P. R., Fox, G. C., Smith, C. 1994. Economic weights from profit equations: appraising their accuracy in the long run. *Anim. Prod.*, 58: 11-18.
- Armero, Q., Blasco, A. 1992. Economic weights for rabbit selection indices. *In Proc: 5th Congress of the World Rabbit Science Association, 25-30 July, 1992. Oregon, EUA. 15, 637:642*
- ASESCU. 2012. Asociación Española de Cunicultura: Histórico de precios de lonja. [En línea] Disponible en: <http://www.asescu.com/>
- Blasco, A. 1995. Los pesos económicos en mejora genética animal. *ITEA*. 2:59-79.

- Brascamp, E. W. 1984. Selection indices with constraints. *Anim. Breed. Abstr.*, 52: 645 – 654.
- Brascamp, E. W., Smith, C., Guy, D. R. 1985. Derivation of economic weights from profit equations. *Anim. Prod.*, 40: 175-180.
- Bright, G., 1991. Economic weights from profit equations: appraising their accuracy. *Anim. Prod.*, 53: 03: 395-398.
- COAVRE. 2012. Cooperativa de Avicultores y Ganaderos Valenciana. [En línea] Disponible en: <http://coavre.blogspot.com.es/>
- Dekkers, J. C. M., Gibson, J. P., Bijma, P., Van Arendonk, J. A. M. 2005. Design and optimization of animal breeding programs. *Course of Animal Breeding Strategies AnS 652. Iowa University.*
- De Vries, A. G. 1989. A method to incorporate competitive position in the breeding goal. *Anim. Prod.*, 48:221–227.
- Eady, S. J., Garreau, H. 2007. Functional traits –Can we find practical measures to quantify them and how important are they?. *Proc. Assoc. Adv. Anim. Breed. Genetic.*, 17: 495-498.
- Eady, S. J., Garreau, H., Gilmour, A. R. 2007. Heritability of resistance to bacterial infection in meat rabbits. *Livest. Sci.* 112: 90-98.
- FAOSTAT. 2013. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [En línea] Disponible en: <http://faostat.fao.org/>
- Gibson J. P., Wilton, J. W. 1998. Defining multiple-trait objectives for sustainable genetic improvement. *J. Anim. Sci.* 76: 2303-2307.
- Gibson, J. P., Kennedy, B. W. 1990. The use of constrained selection indexes in breeding for economic merit. *Theor. Appl. Genet.*, 80: 801-805.
- Goddard, M. 1998. Consensus and debate in the definition of breeding objectives. *J. Dairy Sci.*, 81: 6-18.

- Groen, A., 1989. Cattle breeding goals and production circumstances. *Thesis, PhD. Department of Farm Management and Department of Animal Breeding, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands. Chapter 1: 12-23.*
- Harris, D. 1970. Breeding for efficiency in livestock production: Defining the economic objectives. *J. Anim. Sci.*, 30: 860-865.
- Hazel, L. N. 1943. The genetics basis for constructing selection indexes. *Genetics*. 28: 476-490.
- Kinghorn, B. 2005. Defining and realizing breeding objectives: Desired gains and other desired outcomes. *Summer Course Animal Breeding, Armidale Sygen Chair of Genetic Information Systems. University of New England.*, 62-94.
- Krupova, Z., Oravcová, M., Krupa, E., Peskovicová, D. 2008. Methods for calculating economic weights of important traits in sheep. *Slovak J. Anim. Sci.*, 41: 24 – 29.
- MAGRAMA. 2012. Ministerio de Agricultura, alimentación y medio ambiente: El sector de la carne de conejo en cifras. Principales indicadores económicos en 2011. *Subdirección general de productos ganaderos. [En línea]. Disponible en: <http://www.magrama.gob.es>*
- Moav, R. 1973. Economic evaluation of genetic differences. *In: Agricultural genetics. (R. Moav, ed). Wiley, New York. 319-352.*
- Newman, S., Morris, C. A., Baker, R. L., Nicoll, G. B. 1992. Genetic improvement of beef cattle in New Zealand: breeding objectives. *Livest. Prod. Sci.*, 32: 111 – 130.
- Nielsen, H. M., Christensen, L. G., Groen, A. F. 2005. Derivation of sustainable breeding goals for dairy cattle using selection index theory. *J. Dairy Sci.*, 88: 1882-1890
- Olesen, I., Groen, A. F., Gjerde B. 2000. Definition of animal breeding goals for sustainable production systems. *J. Anim. Sci.*, 78: 570–582.

- Piles, M., Garreau, H., Rafel, O., Larzul, C., Ramon, J., Ducrocq, V. 2006. Survival analysis in two lines of rabbits selected for reproductive traits. *J. Anim. Sci.*, 84: 1658-65.
- Ponzoni, R. W., Newman, S. 1989. Developing breeding objectives for Australian beef cattle production. *Anim. Prod.*, 49: 35-47.
- Prayaga, K. and Eady, J., 2000. Rabbit farming for meat production in Australia: Preliminary estimates of economics values for production traits. *Asi.-Aust. J. Anim. Sci.*, 13: 357-359.
- Sánchez J. P., Baselga M., Ducrocq, V. 2004. Estimation of the correlation between longevity and litter size. *8th World Rabbit Congress 2004. Puebla, Mexico.*
- Smith, C., James, J. W., Brascamp, E. W. 1986. On the derivation of economic weights in livestock improvement. *Anim. Prod.*, 43: 545-551.
- Soares de Lima, J. M. 2009. Modelo bioeconómico para la evaluación del impacto de la genética y otras variables sobre la cadena cárnica vacuna en Uruguay. *Tesis doctoral. Universitat Politècnica de Valencia.*
- St-Onge, A., Hayes, J. F., Cue, R.I. 2002. Economic values of traits for dairy cattle improvement estimated using field-recorded data. *Can. J. Anim. Sci.*, 82: 29-39.
- Toro, M., López-Fanjul, C. 2007. Diseño de programas de mejora genética en acuicultura. En: Genética y genómica en acuicultura. *Madrid: Fundación OESA y Mundi-Prensa, 185-211.*
- Vargas, B., Groen, A.F., Herrero, M., Van Arendonk, J. A. M. 2002. Economic values for production and functional traits in Holstein cattle of Costa Rica. *Livest. Prod. Sci.*, 75:101–116.